

I-A 378

主桁現場溶接部のスカラップ形状が疲労強度に及ぼす影響

日本道路公団 向井 盛夫 日本道路公団 正会員 村山 陽
 川田工業 正会員 川瀬 篤志 三菱重工業 正会員 熊谷 洋司
 三菱重工業 正会員 長谷川和正 東京工業大学 フェロー 三木 千壽

1. まえがき

第二東名神で計画されている、鋼橋において合理化や省力化を施した少数主桁断面では、鋼重の増加を防ぐため部材を現場溶接により接合することになる。この際、フランジの突き合わせ溶接を確実に行うとともに、その品質を保証するためにスカラップを設ける必要がある。しかし、溶接部にスカラップを有するディテールは、せん断力等の作用によりフランジギャップ部において大きな応力集中が生じ、疲労上の弱点となりやすい。このため、フランジギャップ部の疲労特性に関する検討が実施されている^{1),2)}。また、溶接方法によりスカラップ形状が異なるため、使用する形状によっては周辺の力の流れが乱され大きな局部応力が発生する可能性がある。この局部応力の発生する箇所は疲労上の弱点となりやすく、スカラップの形状に対する検討が必要である。とりわけ、今後、溶接の省力化を図るためにロボットによる自動溶接を導入した場合、現状の半自動溶接を想定した $R=35\sim 50\text{mm}$ 程度のスカラップよりさらに大きなスカラップが必要となる。このため、スカラップ周辺の応力性状が変化し疲労上の弱点になる恐れがある。そこで、本研究では、スカラップ形状が疲労特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験体および試験方法

試験は、図-1に示すように合理化された少数主桁橋のフランジ板厚を想定した2種類の板厚構成(中厚試験体 $16\sim 50\text{mm}$ 、厚板試験体 $40\sim 90\text{mm}$)のI断面桁に、 $R=50\text{mm}$ のスカラップ(Model-1)と、ロボットによる自動溶接を想定したスカラップ(Model-2)を設けた、静的載荷試験と疲労試験を実施した。静的載荷試験は、図-2に示すように荷重の移動によるスカラップ部の応力性状を調べるため載荷位置を移動させて実施した。また、疲労試験は静的載荷試験のCASE-1の載荷状況において、スパン中央よりのスカラップ部の下フランジ上面の応力が 35MPa になるように荷重を設定して200万回、その後 50MPa に変更し長寿命の繰り返し載荷を実施した。なお、中厚試験体と厚板試験体の試験結果において、ほぼ同様の傾向が得られたため、本報告では厚板試験体についてのみ報告する。

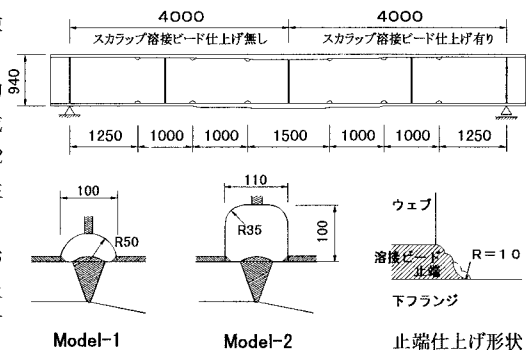


図-1 試験体概略図

3. 試験結果

a) 静的載荷試験結果

静的載荷試験で得られた、スカラップ周辺の応力性状を図-3に示す。なお、着目したスカラップは、図中の試験体全体図において○で示したスカラップである。スカラップ周辺の応力性状は、荷重位置を移動させることにより大きさや方向が変化している。Model-1のスカラップの場合、スカラップのコバ面やウェブの突き合せ溶接位置において大きな正負の応力が生じている。また、Model-2では、Model-1で大きな応力が発生した位置に加えて、フランジとの溶接部に大きな引張り応力が発生していることが確認できる。

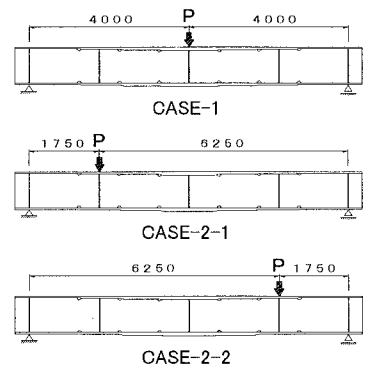


図-2 載荷荷重位置

b) 疲労試験結果

疲労試験において発生した疲労亀裂の発生位置とその亀裂発生タイプを図-4と図-5に示す。疲労亀裂はフランジ側まわし溶接止端部と静的荷重試験によって大きい局部応力が確認された位置に発生していた。とりわけ、Model-2のスカラップでは、ウェブ側溶接止端部の亀裂(Type-B)が2箇所発生している。しかし、溶接止端部にグラインダー仕上げを施したスカラップ(図-4右側半分)については疲労亀裂が発生しておらず、スカラップの溶接止端部を仕上げることで疲労強度を向上させることができた。ただし、試験体製作時において試験体3の亀裂④についてはコバ面に鋭いノッチが、試験体4の亀裂⑤についてはウェブ溶接部に深いアンダーカットが残っていたために亀裂が発生した。

次に、疲労亀裂の長さが40mm時の総繰り返し回数とフランジの測定応力から推定した亀裂発生位置の公称応力を用いて整理した結果を図-6に示す。JSSC疲労設計指針³⁾の疲労等級では、スカラップを有する縦方向継手の設計強度等級をG等級としている。しかし、本試験で用いた止端仕上げ無しのスカラップはG等級を下回り、H等級に近い疲労強度になった。

4. まとめ

- ①半自動溶接を想定したModel-1の場合、スカラップのコバ面(Type-D)およびウェブの溶接近傍(Type-C)についてはノッチやアンダーカットを除去することにより疲労強度は向上する。
- ②ロボット溶接を想定したModel-2の場合、ウェブのコバ面とフランジ溶接のウェブ側溶接止端部にかなり大きな局部応力が発生するため、溶接止端部を仕上げるだけでなく形状等の改善が必要と考えられる。
- ③スカラップの溶接止端部にグラインダー仕上げを施すことは、疲労強度の向上させるのに有効な手段である。
- ④実橋における活荷重の移動を考えると、応力振幅は2倍近くになる箇所もあるため、スカラップ周辺の疲労強度はさらに低くなることが予想される。

[参考文献]

- 1) 三木・館石・石原・梶本：溶接構造部材のスカラップディテールの疲労強度，土木学会論文集No. 483/I-26, 1994, 1
- 2) 角・檜村・勝俣・町田：厚板フランジ溶接部のスカラップ疲労強度，第51回土木学会年次学術講演会概要集
- 3) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説，1993

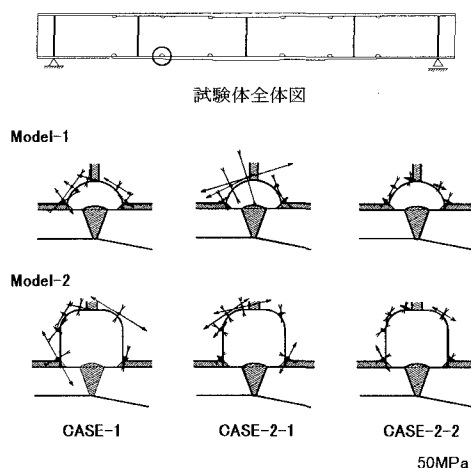


図-3 スカラップ周辺の応力分布

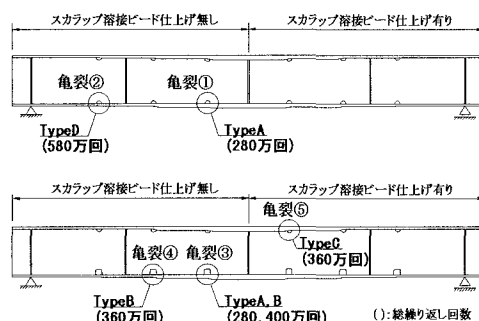


図-4 亀裂発生位置

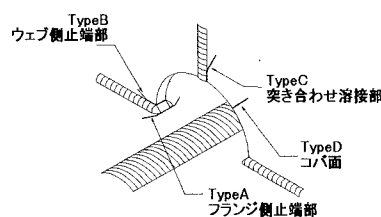


図-5 亀裂タイプ

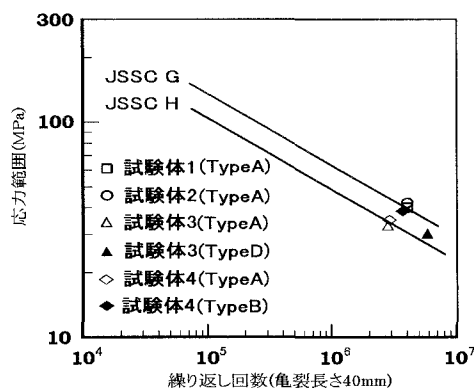


図-6 疲労試験結果